

AP20 Rec'd PCT/PTO 16 JUN 2006

## Beschreibung

## Anordnung zur Prüfung einer Leistungsstufe

- 5 Die Erfindung betrifft eine Anordnung zur Prüfung einer Leistungsstufe, wobei die Leistungsstufe mindestens drei aus jeweils einer Reihenschaltung eines oberen und eines unteren Halbleiterschalters bestehende und mit Betriebsspannung beaufschlagte Halbbrücken aufweist und wobei
- 10 die Verbindungspunkte der Halbleiterschalter der Halbbrücken Ausgänge bilden, welche mit Wicklungen eines mindestens dreiphasigen Motors verbunden sind.

- Mit Halbleiterschaltern bestückte Leistungsstufen werden
- 15 unter anderem in Kraftfahrzeugen zur Ansteuerung von Verbrauchern, beispielsweise Motoren, verwendet. Durch die rasante Entwicklung von niederohmigen Leistungs-MOSFETs können auch Verbraucher im Kilowattbereich kostengünstig angesteuert werden. In Kraftfahrzeugen kann es vorkommen,
- 20 dass die Leistungsstufe und der Verbraucher räumlich voneinander getrennt angeordnet werden, wobei Kurzschlüsse der Verbraucherzuleitungen gegen Masse oder gegen Batteriespannung zu hohen Fehlerströmen führen können. Schmelzsicherungen können im Allgemeinen in diesen Stromkreisen aufgrund ihrer Toleranzen, ihrer Innenwiderstände und der hohen Nutzströme nicht eingesetzt werden. Außerdem kann infolge eines defekten MOSFETs in der Leistungsstufe ein hoher Fehlerstrom fließen.

- 30 Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Prüfung der Leistungsstufen vorzusehen, so dass im Falle eines Kurzschlusses die Betriebsspannung abgeschaltet bzw. gar nicht

erst eingeschaltet wird und somit die Leistungsendstufe und das Bordnetz vor Schäden geschützt werden.

5 Diese Aufgabe wird bei der erfindungsgemäßen Anordnung dadurch gelöst, dass eine Steuereinrichtung vorgesehen ist, welche jeweils einen oder jeweils gleichzeitig mehrere der Halbleiterschalter nach einem vorgegebenen Programm in den leitenden Zustand schaltet und dabei prüft, ob die jeweiligen Spannungen an den Ausgängen jeweils in einem für den  
10 jeweiligen Schaltzustand vorgegebenen Toleranzbereich liegen.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann der Zustand der Leistungsendstufe und der angeschlossenen Leitungen und  
15 Wicklungen differenziert beurteilt werden, wobei der Motor während der Prüfung nicht oder nur unmerklich beeinflusst wird. Die Prüfung kann automatisch vor dem jeweiligen Einschalten der Leistungsendstufe erfolgen, beispielsweise bei der Betätigung des Zündschlüssels eines Kraftfahrzeugs,  
20 oder auch während des Betriebs durchgeführt werden.

Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, dass die Zuführungen zu den Wicklungen mit Hilfe von weiteren Schaltern auftrennbar sind. Durch die Trennung der Wicklungen  
25 mit Hilfe der weiteren Schalter können jeweils ein bis alle der oberen Halbleiterschalter oder ein bis alle der unteren Halbleiterschalter gleichzeitig in den leitenden Zustand gesteuert werden, so dass eine genaue Fehleranalyse möglich ist.

30

Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Anordnung besteht darin, dass die Wicklungen des Motors eine Sternschaltung bilden und dass die weiteren Schalter im Sternpunkt und in den

Zuleitungen von den Ausgängen zu den Wicklungen angeordnet sind. Obwohl sich für die erfindungsgemäße Anordnung auch andere steuerbare Schalter eignen, ist bei der erfindungsgemäßen Anordnung vorzugsweise vorgesehen, dass die weiteren Schalter Relais sind. Die Erfindung ist auch bei Wicklungen in Dreieckschaltung anwendbar.

Da die Betriebsspannung der Leistungsendstufen in der Regel wesentlich höher als diejenige von Mikroprozessoren oder digitalen Signalprozessoren ist, sind bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Anordnung Verbindungen der Ausgänge der Halbbrücken und der Betriebsspannung mit Eingängen von Fensterkomparatoren über Spannungsteiler vorgesehen.

Um bei abgeschalteten Halbleiterschaltern eine reproduzierbare Spannung an den Ausgängen sicherzustellen, können bei dem erfindungsgemäßen Verfahren Mittel vorgesehen sein, welche bewirken, dass bei nicht leitenden Halbleiterschaltern die jeweilige Ausgangsspannung in dem vorgegebenen mittleren Toleranzbereich liegt.

Vorzugsweise ist diese Weiterbildung derart ausgestaltet, dass die Mittel von einem Widerstand gebildet sind, der zwischen dem Ausgang einer der Halbbrücken und der Betriebsspannungsquelle liegt und zusammen mit dem Spannungsteiler am Ausgang eine Spannung im mittleren Toleranzbereich erzeugt.

Eine Prüfung ohne eine Überlastung der Leistungsendstufe und der Einrichtungen zur Spannungsversorgung ist bei einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Anordnung dadurch möglich, dass in der Zuleitung der Betriebsspannung ein steu-

erbarer Schalter vorgesehen ist, dem ein Widerstand parallel geschaltet ist, und dass der steuerbare Schalter von der Steuereinrichtung steuerbar ist. Alternativ kann bei der erfindungsgemäßen Anordnung vorgesehen sein, dass die  
5 zur Prüfung dienenden Impulse derart kurz sind, dass sowohl keine Überlastung der Halbleiterschalter stattfindet als auch der Verbraucher während der Prüfung nicht oder nur unmerklich beeinflusst wird.

10 Die Erfindung lässt zahlreiche Ausführungsformen zu. Eine davon ist schematisch in der Zeichnung dargestellt und nachfolgend beschrieben.

Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bilden zwei  
15 MOSFETs 1, 2; 3, 4; 5, 6 jeweils eine Halbbrücke 7, 8, 9 mit Ausgängen 10, 11, 12, an die jeweils eine der in Sternschaltung ausgeführten Wicklungen 13, 14, 15 eines Motors angeschlossen ist. In den Zuleitungen zu den Wicklungen 13, 14, 15 liegen Kontakte eines Relais 31. Außerdem kann der  
20 Sternpunkt mit Hilfe eines weiteren Relais 32 aufgetrennt werden.

Einem Eingang 16 wird die Betriebsspannung  $U_{bat}$  zugeführt, die als  $U_+$  über ein Relais 17 der Leistungsendstufe zugeführt wird. Parallel zu dem Relais 17 liegt ein Strombegrenzungswiderstand 18, über den ein Elektrolyt-Kondensator 19 hoher Kapazität aufgeladen werden kann, wobei das Relais erst eingeschaltet wird, wenn die Spannung  $U_+$  etwa der  
25 Spannung  $U_{bat}$  entspricht. Damit wird ein unzulässig hoher Ladestromstoß vermieden. Einzelheiten zu dieser bekannten  
30 Schaltung sind in DE 100 57 156 A1 ausgeführt.

Die Anordnung umfasst ferner eine Steuereinrichtung 20, die als solche im Zusammenhang mit Leistungsendstufen bekannt ist, von einem Mikrocomputer oder einem digitalen Signalprozessor gebildet wird und als solche zum Verständnis der Erfindung nicht näher erläutert zu werden braucht. Ausgänge der Steuereinrichtung 20 sind mit einer Ansteuerschaltung 21 verbunden, welche Steuersignale HS1, HS2, HS3, LS1, LS2, LS3 für die MOSFETs 1 bis 6 erzeugt. Mit der Steuereinrichtung 20 sind ferner Analog/Digital-Wandler 20' verbunden, deren Eingängen von jeweils einem Spannungsteiler 22, 23, 24, 25 erzeugte Spannungen zuführbar sind. Die Spannungsteiler weisen wesentlich höhere Widerstandswerte als die Wicklungen 13, 14, 15 auf, um den Wirkungsgrad der Endstufe im Betrieb nicht zu verschlechtern. Außerdem sind Spulen der Relais 31, 32 mit Ausgängen der Steuereinrichtung 20 verbunden.

Dem MOSFET 1 ist ein Widerstand 26 parallel geschaltet, der zusammen mit dem Spannungsteiler 23 bewirkt, dass am Ausgang 10 der Halbbrücke 7 im Falle von nicht leitenden MOSFETs 1, 2 die Hälfte der Spannung  $U_+$  anliegt.

Die Spannungsteiler 22 bis 25 sind derart ausgelegt, dass bei dem höchst möglichen Wert von  $U_+$  die zulässige Spannung von CMOS-Schaltungen nicht überschritten wird. Die vom Spannungsteiler 22 erzeugte Spannung dient für die folgenden beschriebenen einzelnen Prüfungen als Spannungsreferenz zur Bildung der Toleranzbereiche.

Bei der ersten Prüfung folgt bei zunächst offenen Kontakten des Relais 31 keine Ansteuerung der MOSFETs 1 bis 6, so dass der Ausgang 10 die Spannung  $U_+/2$  führt, was in der Steuereinrichtung 20 unter Berücksichtigung einer vorgege-

benen Toleranz überprüft wird. Ist dieses der Fall, kann daraus geschlossen werden, dass in den MOSFETs 1, 2 und in der Zuleitung bis zum Relais 31 kein Kurzschluss gegen Masse 27 oder Betriebsspannung  $U_+$  vorliegt. Bei fehlerfreier  
5 Leistungsendstufe sind bei dieser ersten Prüfung auch die MOSFETs 3 bis 6 nicht leitend, so dass bei anschließend geschlossenen Kontakten des Relais 31 über die Wicklungen 13 bis 15 des Motors die Spannungen an den Ausgängen 11, 12 ebenfalls in dem mittleren Toleranzbereich liegen, was von  
10 der Steuereinrichtung 20 geprüft wird.

Bei einer anderen Prüfung werden nacheinander die "oberen" MOSFETs 1, 3, 5 in den leitenden Zustand geschaltet und dabei jeweils überprüft, ob die Ausgänge 10, 11, 12 eine  
15 Spannung annehmen, die in einem oberen Toleranzbereich, also in der Nähe der Spannung  $U_+$  liegt. Bei einer weiteren Prüfung werden die "unteren" MOSFETs 2, 4, 6 nacheinander in den leitenden Zustand gebracht. Dabei wird jeweils überprüft, ob die Spannung an den Ausgängen 10, 11, 12 im unteren  
20 Toleranzbereich, also verglichen mit  $U_+$ , in der Nähe des Massepotentials liegt. Diese Prüfungen können nacheinander bei geschlossenen und geöffneten Kontakten der Relais 31, 32 vorgenommen werden.

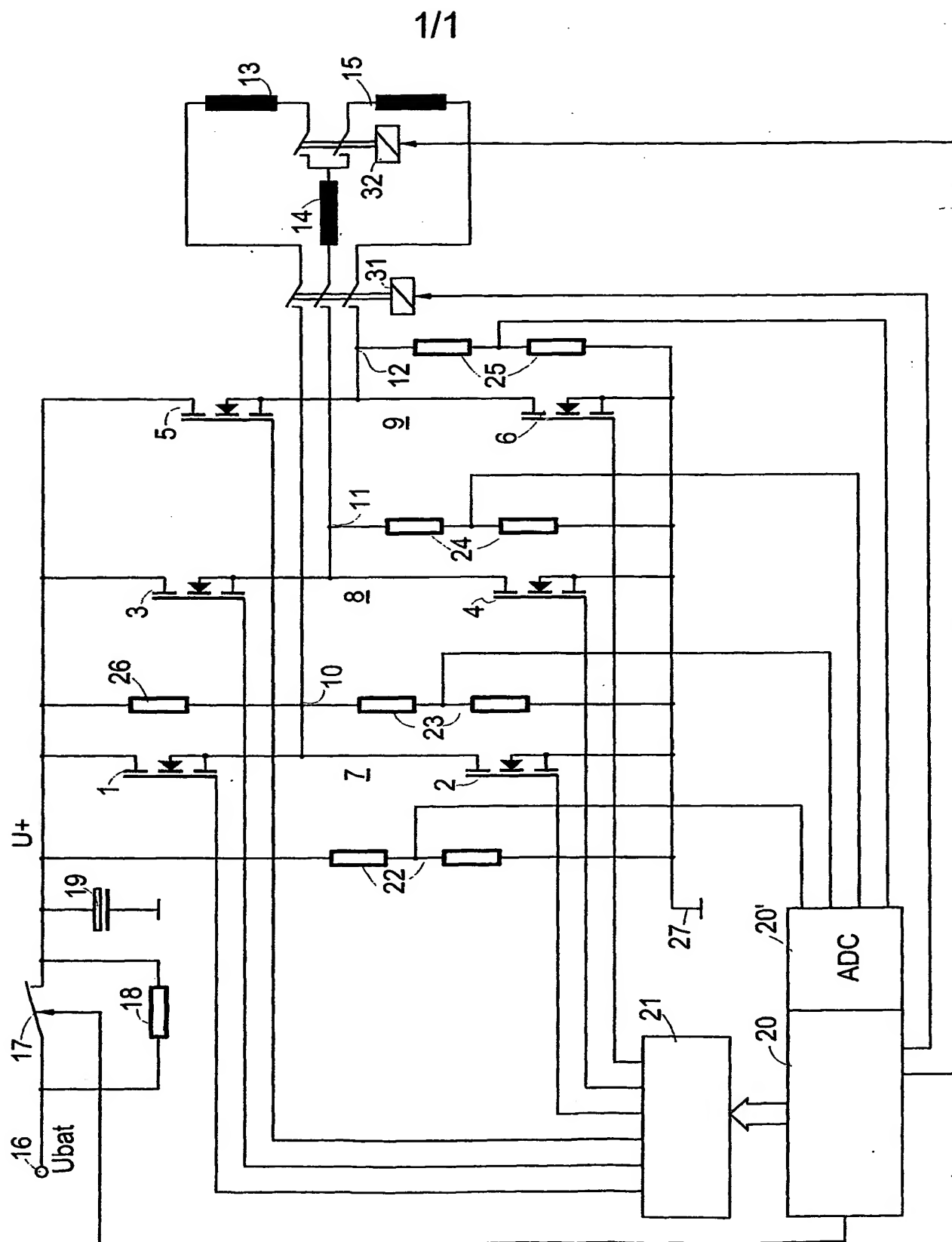
25 Durch die Anordnung der Relais können für Prüfzwecke jeweils einer, zwei oder alle der oberen und der unteren Halbleiterschalter in den leitenden Zustand geschaltet und das Verhalten der Spannungen an den Ausgängen beobachtet werden. Aus der Größe der Überschreitung bzw. Unterschreitung des jeweiligen Toleranzbereichs kann auf die Art und  
30 den Ort des Defekts, beispielsweise Kurzschluss, Überlastung oder Relais-Defekten, geschlossen werden.

## Patentansprüche

1. Anordnung zur Prüfung einer Leistungsendstufe, wobei die Leistungsendstufe mindestens drei aus jeweils einer Reihenschaltung eines oberen und eines unteren Halbleiterschalters bestehende und mit Betriebsspannung beaufschlagte Halbbrücken aufweist und wobei die Verbindungspunkte der Halbleiterschalter der Halbbrücken Ausgänge bilden, welche mit Wicklungen eines mindestens dreiphasigen Motors verbunden sind, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , dass eine Steuereinrichtung (20) vorgesehen ist, welche jeweils einen oder jeweils gleichzeitig mehrere der Halbleiterschalter (1 bis 6) nach einem vorgegebenen Programm in den leitenden Zustand schaltet und dabei prüft, ob die jeweiligen Spannungen an den Ausgängen (10, 11, 12) jeweils in einem für den jeweiligen Schaltzustand vorgegebenen Toleranzbereich liegen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Zuführungen zu den Wicklungen (13, 14, 15) mit Hilfe von weiteren Schaltern (31, 32) auftrennbar sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass die Wicklungen (13, 14, 15) des Motors eine Sternschaltung bilden und dass die weiteren Schalter (32, 31) im Sternpunkt und in den Zuleitungen von den Ausgängen zu den Wicklungen (13, 14, 15) angeordnet sind.

4. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass die weiteren Schalter (31, 32) Relais sind.
- 5 5. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Verbindungen der Ausgänge (10, 11, 12) der Halbbrücken (7, 8, 9) und der Betriebsspannung mit Eingängen von Fensterkomparatoren (20') über Spannungsteiler (22, 23, 24, 25) vorgesehen sind.
- 10
6. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel vorgesehen sind, welche bewirken, dass bei nicht leitenden Halbleiterschaltern (1 bis 6) die jeweilige Ausgangsspannung in dem vorgegebenen mittleren Toleranzbereich liegt.
- 15
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel von einem Widerstand (26) gebildet sind, der zwischen dem Ausgang (10) einer der Halbbrücken (7, 8, 9) und der Betriebsspannungsquelle liegt und zusammen mit dem Spannungsteiler (23) am Ausgang (10) eine Spannung im mittleren Toleranzbereich erzeugt.
- 20
- 25
8. Anordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in der Zuleitung der Betriebsspannung ein steuerbarer Schalter (17) vorgesehen ist, dem ein Widerstand (18) parallel geschaltet ist, und dass der steuerbare Schalter (17) von der Steuereinrichtung (20) steuerbar ist.
- 30





**THIS PAGE BLANK (USPTO)**